

PERANCANGAN USULAN PENGELOLAAN SPAREPART DAN KEBIJAKAN MAINTENANCE PADA MESIN ILA-0005 MENGGUNAKAN METODE RELIABILITY CENTERED SPARES (RCS) DAN RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) DI PT.XYZ

DESIGN OF SPAREPART PROPOSAL MANAGEMENT AND MAINTENANCE POLICY ON ILA-0005 MACHINE USING RELIABILITY CENTERED SPARES (RCS) AND RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) METHOD IN PT.XYZ

Adi Riyanto¹, Fransiskus Tatas Dwi Atmaji², Endang Budiasih³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Telkom University

¹adiiriyanto@student.telkomuniversity.ac.id, ²franstatas@telkomuniversity.co.id,

³endangbudiasih@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Mesin ILA-0005 merupakan mesin yang sering mengalami kerusakan pada proses TR Crank shaft Line dan memiliki permintaan *maintenance* terbesar di PT.XYZ. Besarnya permintaan *maintenance* pada mesin ILA-0005 menyebabkan *downtime* yang cukup besar. Dalam menentukan subsistem kritis pada mesin ILA-0005 menggunakan *risk matrix* dan terpilih yaitu *Detector*, *Mechanic*, *Spindle*, *Jig*, dan *Fixture*. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Reliability Centered Spares* (RCS) dan *Reliability Centered Maintenance* (RCM). *Reliability Centered Spares* (RCS) dapat menentukan kebijakan pengelolaan dari subsistem mesin ILA-0005. Kebijakan pengelolaan *sparepart* sangat penting karena dapat menyebabkan kegiatan *maintenance* kurang optimal. Dari hasil penelitian menggunakan metode *Reliability Centered Spares* (RCS) didapatkan kebutuhan *spare part* yaitu untuk *detector* sebanyak 27 buah, *Mechanic* sebanyak 10 buah, *Spindle* sebanyak 24 buah, *Jig* sebanyak 14 buah dan *Fixture* sebanyak 22 buah. Hasil pengukuran dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) didapatkan Total biaya perawatan *eksisting* dalam empat tahun untuk mesin ILA-0005 didapatkan sebesar Rp 56,378,983,200 dan total biaya perawatan usulan berdasarkan interval waktu optimal sebesar Rp 26,997,478,665. Dimana biaya usulan lebih kecil dibanding dengan biaya *eksisting*.

Kata kunci : *Maintenance*, *Downtime*, *Risk Matrix*, *Reliability Centered Spares*, *Reliability Centered Maintenance*, *Spare Part*

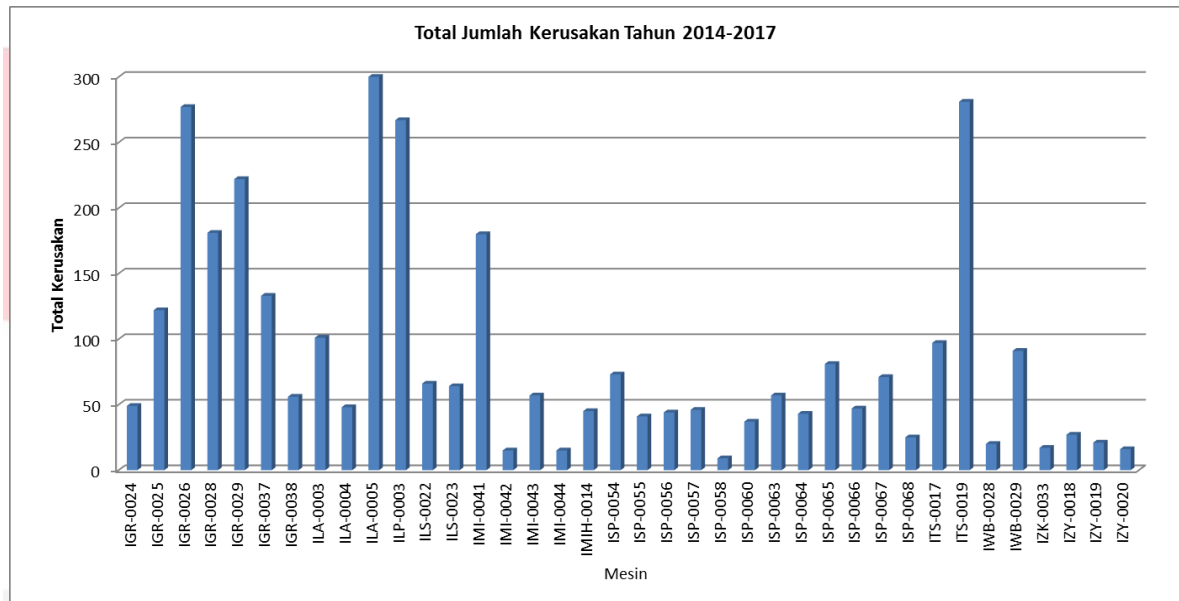
Abstract

The ILA-0005 machine is a machine that is often used in TR Crank shaft Line process and has the biggest maintenance demand in PT.XYZ. The large maintenance demand on the ILA-0005 machine causes a quite big downtime. In determining the critical subsystems on the ILA-0005 machine, the selected risk matrix which were the *Detector*, *Mechanic*, *Spindle*, *Jig*, and *Fixture* were used. The methods used in this research are the *Reliability Centered Spares* (RCS) and *Reliability Centered Maintenance* (RCM). The *Reliability Centered Spares* (RCS) can define the management policies of the ILA-0005 machine subsystem. A spare part management policy is very important because it can cause a less optimal maintenance activity. From the result of the research using the *Reliability Centered Spares* (RCS) method, the spare part requirements were obtained, which were 27 pieces for the detector, 10 pieces for the mechanic, 24 pieces for the spindle, 14 pieces for the jig counted and 22 pieces for the fixture. From the measurement results using the *Reliability Centered Maintenance* (RCM) method the total cost of existing maintenance within four years for the ILA-0005 machine is Rp 56,378,983,200 and the total cost of the proposal based on the optimal time interval is Rp 26,997,478,665, where the cost of the proposal is smaller than the cost of existing.

Keywords : *Maintenance*, *Downtime*, *Risk Matrix*, *Reliability Centered Spares*, *Reliability Centered Maintenance*, *Spare Part*

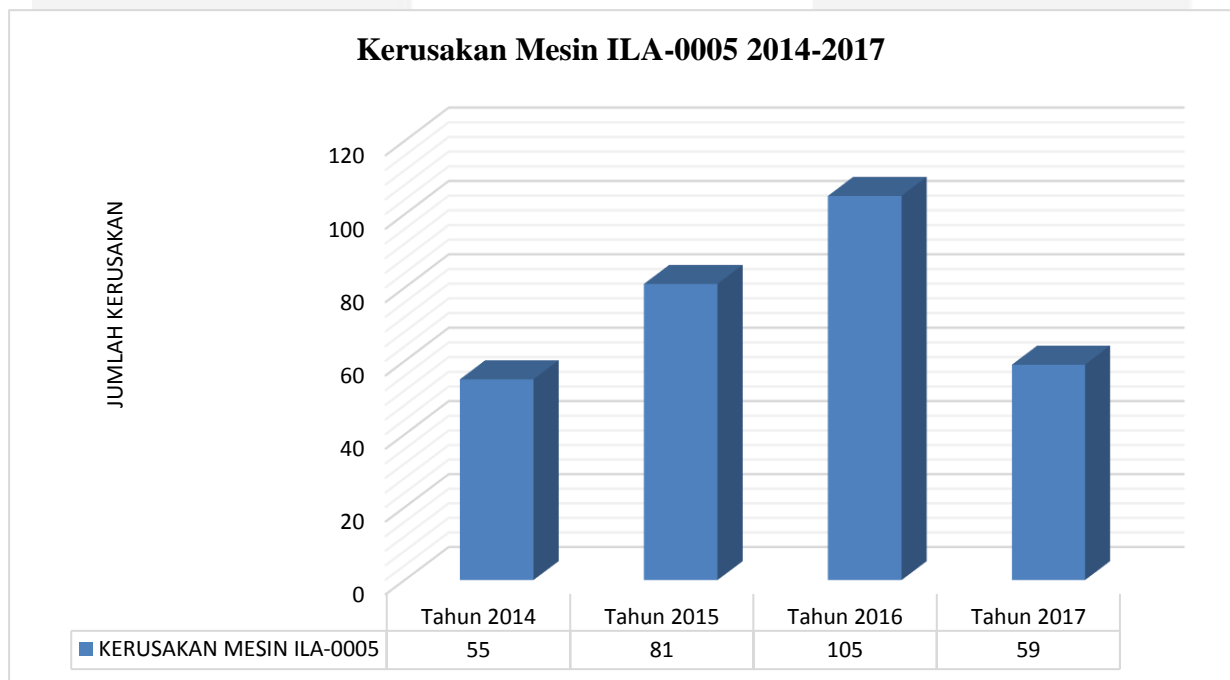
1. Pendahuluan

PT.XYZ adalah salah satu perusahaan otomotif terbesar di Indonesia. Pada penelitian ini, peneliti melakukan penelitian pada divisi Maintenance. Proses yang dilakukan pada divisi Maintenance yaitu melakukan maintenance mesin pada mesin proses pembuatan mesin mobil. Pada pembuatan mesin mobil memiliki beberapa proses yaitu TR Crank Shaft Line, TR Cam Shaft Line, TR Cylinder Block Line, TR Cylinder Head Line, dan Assembly. Pada penelitian ini, penulis melakukan penelitian pada proses TR Crank Shaft Line karena pada proses TR Crank Shaft Line paling sering terjadi kerusakan mesin. Gambar I.1 adalah data kerusakan mesin pada proses TR Crank Shaft Line.



.Gambar I.1 Jumlah mesin dan kerusakan tahun 2014-2017

Berdasarkan Gambar I.1 ILA-0005 merupakan mesin yang paling banyak mengalami kerusakan sehingga mesin ILA-0005 yang paling banyak memiliki permintaan maintenance di PT.XYZ. Kerusakan pada mesin ILA-0005 dari tahun 2014-2017 mencapai angka 300. Dengan rincian pertahunnya dapat dilihat pada Gambar I.2



Gambar I.2 Data Kerusakan Mesin ILA-0005

Berdasarkan Gambar I.2 kerusakan mesin ILA-0005 dapat terjadi pada setiap tahunnya. Permintaan maintenance mesin ILA-0005 paling besar terjadi pada tahun 2016, sedangkan yang paling kecil terjadi pada tahun 2014. Untuk meningkatkan kegiatan *maintenance* yang baik dibutuhkan strategi *spare part* yang baik. *Reliability Centered Spares* (RCS) adalah suatu pendekatan untuk menentukan *level inventory*. suku cadang berdasarkan *trough-life costing* dan kebutuhan peralatan dan operasi perawatan dalam mendukung *inventory* [1]. Baik atau tidaknya kerja suatu mesin sangat bergantung pada keandalan (*reliability*) [2]. Konsep keandalan sistem digunakan untuk mengoperasikan mesin secara optimal dan mengantisipasi munculnya kecelakaan atau breakdown. *Reliability Centered Maintenance* (RCM) adalah suatu proses untuk menentukan perawatan yang efektif. Manfaat dari metode RCM adalah dapat memelihara fungsional sistem sehingga mesin dapat beroperasi sesuai fungsinya.

2. Dasar Teori /Material dan Metodologi/perancangan

2.1 Dasar Teori

2.1.1 Risk Matrix

Risk Matrix adalah matriks yang digunakan selama risk assessment untuk menentukan berbagai tingkat risiko dari beberapa kategori probabilitas bahaya dan dampak yang ditimbulkan dari risiko tersebut. Risk Matrix adalah sebuah mekanisme sederhana untuk meningkatkan visibilitas risiko dan membantu pengambilan keputusan manajemen [3].

2.1.2 Reliability Centered Spares (RCS)

Reliability Centered Spares (RCS) adalah suatu pendekatan untuk menentukan level inventory suku cadang berdasarkan trough-life costing dan kebutuhan peralatan dan operasi perawatan dalam mendukung inventory (P. Slater, 2013) [1]. RCS dapat berfungsi untuk memastikan ketersediaan suku cadang dalam melakukan maintenance, menentukan strategi spare part, dan menentukan jumlah spare part yang dibutuhkan dalam setahun.

2.1.3 Poisson Process

Faktor yang mempengaruhi metode *poisson process* untuk menentukan kebutuhan *spare part* menurut (Fukuda, 2008) [4]

Tabel 2.1 Faktor-faktor dalam perhitungan Poisson Process

No	Faktor-Faktor dalam Perhitungan	Simbol	Keterangan
1	Nilai keandalan <i>spare part</i>	MTBF	<i>Mean Time Between Failure (repairable)</i>
		MTTF	<i>Mean Time To Failure (Non-repairable)</i>
2	Jumlah komponen pada mesin	A	Jumlah penggunaan komponen
3	Probabilitas ketersediaan <i>spare part</i> yang diharapkan	P	Kemungkinan tersedianya spare part di persediaan ketika dibutuhkan ($90\% \leq P \leq 95\%$), disebut juga dengan Fill Rate/Confidance Level
4	Jumlah mesin digunakan	N	Jumlah mesin
5	Periode waktu operasional	T	Waktu antar permulaan dengan permintaan setelahnya (nilai T dalam bulan)
6	Rata-rata penggunaan mesin	M	M dalam waktu pengoperasian (perbulan atau per hari) permesin dalam %
7	Rata-rata periode waktu perbaikan	RT	Untuk komponen repairable, diketahui sebagai waktu antar perbaikan.
8	<i>Scrape rate</i>	R	Tingkat persediaan spare part tambahan untuk mengimbangi jumlah komponen yang diperbaiki.
*untuk komponen repairable, tingkat persediaan spare part diperhitungkan untuk mengimbangi atau mengganti komponen yang sedang dalam proses perbaikan			

2.1.4 Reliability Centered Maintenance (RCM)

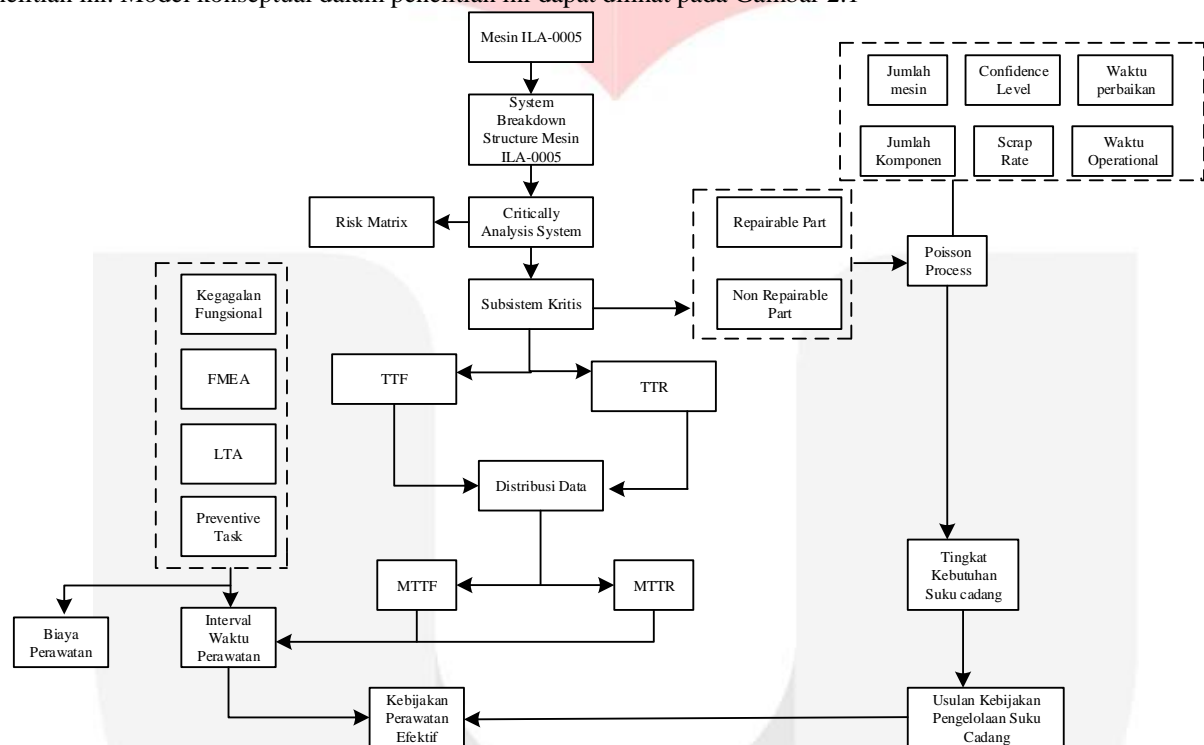
RCM adalah suatu proses yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilakukan agar setiap aset fisik dapat terus melakukan apa yang diinginkan oleh penggunaanya dalam konteks operasionalnya [5].

Berikut merupakan tujuan utama RCM:

- Untuk mengembangkan desain yang sifat mampu dipeliharanya (maintainability) baik.
- Untuk memperoleh informasi yang penting dalam melakukan improvement pada desain awal yang kurang baik.
- Untuk mengembangkan sistem maintenance yang dapat mengembalikan kepada reliability dan safety seperti awal mula peralatan dari deteriorasi yang terjadi setelah sekian lama dioperasikan.
- Untuk mewujudkan semua tujuan di atas dengan biaya minimum

2.2 Model Konseptual

Model Konseptual adalah suatu diagram rincian kegiatan yang dilakukan oleh penulis untuk mencapai tujuan pada penelitian ini. Model konseptual dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Model Konseptual

3. Pembahasan

3.1 Pemilihan Subsistem Kritis

Hasil dari pemilihan subsistem kritis akan digunakan sebagai objek penelitian lebih lanjut pada Mesin ILA-0005. Metode yang digunakan dalam penentuan subsistem kritis yaitu *Risk Matrix*. Sebelum membuat *Risk Matrix*, peneliti harus membuat kategori dari frekuensi dan *consequence assesment* yang digunakan untuk evaluasi setiap subsistem pada mesin ILA-0005. *Consequence assesment* terdiri dari tiga aspek yaitu *safety*, *operational*, dan *productivity*. Hasil perhitungan subsistem kritis yang didapatkan menggunakan *Risk Matrix* dengan memiliki resiko terbesar terdapat pada subsistem *detector*, *mechanic*, *spindle*, *jig*, dan *fixture*.

3.2 Perhitungan MTTF dan MTTR

Dalam penentuan *Mean Time To Failure* (MTTF), dilakukan berdasarkan distribusi masing-masing subsistem kritis pada mesin ILA-0005 yaitu *Detector*, *Mechanic*, *Spindle*, *Jig*, dan *Fixture*. Pada penelitian ini kelima subsistem tersebut memiliki distribusi *Weibull*. Berikut merupakan hasil perhitungan *Weibull* dari kelima subsistem kritis mesin ILA-0005:

Mean Time To Failure (MTTF) waktu rata-rata atau ekspektasi kegagalan dari suatu subsistem atau sistem yang beroperasi pada kondisi normal.[6]

Tabel 2.2 MTTF

MTTF						
Subsistem	Distribusi	Parameter		(1/ β+1)	Tabel Gamma	MTTF (Jam)
DETECTOR	Weibull	η	652.602	2.363423	1.21065	790.0733
		β	0.733448			
MECHANIC	Weibull	η	797.08	3.564	3.55286	2831.914
		β	0.389864			
SPINDEL	Weibull	η	799.058	2.259034	1.133	905.3327
		β	0.79426			
JIG	Weibull	η	1386.86	2.350973	1.20305	1668.462
		β	0.740207			
FIXTURE	Weibull	η	850.267	2.307265	1.16671	992.015
		β	0.764956			

Mean Time to Repair (MTTR) merupakan rata-rata waktu *maintenance* dari satu kerusakan sampai *maintenance* selanjutnya [7].

Tabel 2.3 MTTR

MTTR						
Subsistem	Distribusi	Parameter		(1/ β+1)	Tabel Gamma	MTTR (Jam)
DETECTOR	Weibull	η	0.165254	1.620409	0.8959237	0.148055
		β	1.61184			
MECHANIC	Weibull	η	0.431267	2.053148	1.0221795	0.440832
		β	0.949534			
SPINDEL	Weibull	η	0.372079	1.854832	0.94561	0.351842
		β	1.16982			
JIG	Weibull	η	0.260468	1.75244	0.91906	0.239386
		β	1.32901			
FIXTURE	Weibull	η	0.323649	2.141196	1.0675143	0.3455
		β	0.876274			

3.3 Perhitungan kebutuhan subsistem kritis

3.3.1 Kebutuhan Jumlah Subsistem Detector

Perhitungan menggunakan *Poisson Process* dengan rumus λt [8]:

$$\lambda t = \frac{A \times N \times M \times T}{MTTF} = \frac{1 \times 1 \times 3840 \times 4}{790.0733} = 19.44123$$

Kebutuhan *detector* yang dibutuhkan oleh PT.XYZ selama empat tahun kedepan adalah 27 buah.

3.3.2 Kebutuhan Jumlah Subsistem Mechanic

Perhitungan menggunakan *Poisson Process* dengan rumus λt [8]:

$$\lambda t = \frac{A \times N \times M \times T}{MTTF} = \frac{1 \times 1 \times 3840 \times 4}{2831.914} = 5.423894$$

Kebutuhan *mechanic* yang dibutuhkan oleh PT.XYZ selama empat tahun kedepan adalah 10 buah.

3.3.3 Kebutuhan Jumlah Subsistem Spindle

Perhitungan menggunakan *Poisson Process* dengan rumus λt [8]:

$$\lambda t = \frac{A \times N \times M \times T}{MTTF} = \frac{1 \times 1 \times 3840 \times 4}{905.3327} = 16.96614$$

Kebutuhan *spindle* yang dibutuhkan oleh PT.XYZ selama empat tahun kedepan adalah 24 buah.

3.3.4 Kebutuhan Jumlah Subsistem Jig

Perhitungan menggunakan *Poisson Process* dengan rumus λt [8]:

$$\lambda t = \frac{A \times N \times M \times T}{MTTF} = \frac{1 \times 1 \times 3840 \times 4}{1668.462} = 9.206083$$

Kebutuhan *jig* yang dibutuhkan oleh PT.XYZ selama empat tahun kedepan adalah 14 buah.

3.3.5 Kebutuhan Jumlah Subsistem Fixture

Perhitungan menggunakan *Poisson Process* dengan rumus λt [9]:

$$\lambda t = \frac{A \times N \times M \times T}{MTTF} = \frac{1 \times 1 \times 3840 \times 4}{992.015} = 15.48364$$

Kebutuhan *fixture* yang dibutuhkan oleh PT.XYZ selama empat tahun kedepan adalah 22 buah.

3.4 FMEA

FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) menjelaskan tentang sebab akibat kegagalan yang akan terjadi. Informasi ini akan digunakan untuk mengetahui konsekuensi serta tindakan yang harus dilakukan untuk mencegah terjadinya kegagalan [10].

3.5 RCM Decision Worksheet

RCM *decision worksheet* digunakan untuk menentukan kegiatan maintenance terkait *failure mode* yang mungkin terjadi. Hasil dari RCM *Decision Worksheet* pada subsistem kritis mesin ILA-0005 adalah 20 kegiatan *scheduled on condition*, 15 *scheduled restoration* dan 12 *scheduled discard* [11].

3.6 Perhitungan Total Biaya Perawatan Eksisting

Kegiatan preventive maintenance yang dilakukan perusahaan yaitu tiap 1 bulan terdapat 1 kegiatan maintenance, kegiatan maintenance dilakukan oleh teknisi PT.XYZ. maintenance biasanya dilakukan pada selang waktu saat hari kerja. Sehingga untuk empat tahun terdapat 48 kali kegiatan maintenance [12].

3.7 Perhitungan Total Biaya Perawatan Usulan

Biaya perawatan usulan dihitung berdasarkan kegiatan perawatan, biaya-biaya dan interval waktu yang telah dihitung, Total biaya perawatan dihitung berdasarkan rumus [13]:

$$Tc = (C_M + C_R) \times F_M$$

Dimana C_M merupakan biaya yang dikeluarkan untuk perawatan yang bisa didapat dari penjumlahan biaya downtime, biaya tenaga kerja dan biaya perbaikan preventive. Untuk C_R merupakan biaya komponen yang hanya terdapat pada perawatan Scheduled Restoration Task, sedangkan F_M merupakan frekuensi pelaksanaan preventive maintenance untuk empat tahun, data untuk perhitungan bisa didapat dari interval waktu yang telah dihitung sebelumnya.

4. Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil pengukuran menggunakan *Risk Matrix* dilakukannya wawancara dengan bagian *staff maintenance* dan *staff produksi* pada PT.XYZ untuk menentukan komponen kritis dari 25 komponen yang berada di mesin ILA-0005 diketahui *Detector* sebagai komponen kritis pada mesin ILA-0005 dengan nilai total *risk* sebesar 15, *Mechanic* dengan nilai total *risk* sebesar 15, *Spindle* dengan nilai total *risk* sebesar 16.5, *Jig* dengan nilai total *risk* sebesar 9.3 dan *Fixture* dengan nilai total *risk* sebesar 9.3 maka didapatkan komponen kritis yang akan diteliti yaitu *detector*, *mechanic*, *spindle*, *jig* dan *fixture*.

2. Berdasarkan perhitungan menggunakan *poisson process* didapatkan jumlah kebutuhan ketersediaan *spare part* subsistem kritis di PT.XYZ selama empat tahun yaitu untuk *detector* sebesar 27 buah, *spindle* sebesar 24 buah, *mechanic* sebesar 10 buah, *jig* sebesar 14 buah dan *fixture* sebesar 22 buah.

3. Metode RCM digunakan untuk menentukan *preventive maintenance* yang sesuai untuk menjaga performance *system* pada mesin ILA-0005. Berdasarkan pengukuran menggunakan metode RCM didapatkan kebijakan *preventive maintenance* sebagai berikut, sebanyak 8 *Scheduled On Condition Task*, 1 *Scheduled Restoration Task*, dan 2 *Scheduled Discard Task* pada komponen *Detector*, 1 *Scheduled On Condition Task*, 5 *Scheduled Restoration Task*,

dan 2 *Scheduled Discard Task* pada komponen *Mechanic*, 1 *Scheduled On Condition Task*, 3 *Scheduled Restoration Task*, dan 3 *Scheduled Discard Task* pada komponen *Spindle*, 4 *Scheduled On Condition Task*, 3 *Scheduled Restoration Task*, dan 3 *Scheduled Discard Task* pada komponen *Jig*, 6 *Scheduled On Condition Task*, 3 *Scheduled Restoration Task* dan 2 *Scheduled Discard Task* pada komponen *Fixture*.

4. Total biaya perawatan *eksisting* dalam empat tahun untuk mesin ILA-0005 didapatkan sebesar Rp 56,378,983,200 dan total biaya perawatan usulan berdasarkan interval waktu optimal sebesar Rp 26,997,478,665. Total biaya perawatan usulan lebih kecil dibanding dengan total biaya perawatan *eksisting* sehingga apabila perusahaan menggunakan biaya perawatan usulan maka perusahaan dapat melakukan penghematan biaya.

Daftar Pustaka

- [1] P. Slater. (2013). "The What , Why and How of the Reliability Centered Spares (RCS) Process," Spare Parts Know How.
- [2] Ebeling, C. E. (1997). *An Introduction to Reliability and Maintainability*. Singapore: Me Graw Hill Book Co.
- [3] Zamroni & Iksan (2016). Analisis Resiko Dengan Menggunakan Standart Australia/New Zealand dan Standart COSO Enterprise Risk Management. Seminar Nasional Inovasi Dan Aplikasi Teknologi Di Industri (SENIATI).
- [4] Fukuda, J. (2008). Spare parts Stock Level Calculation.
- [5] Moubray, J. (2000). Reliability Centered Maintenance II second Edition. New York: Industrial Press Inc. New York.
- [6] Atmaji, F.T.D. (2015). Optimasi Jadwal Perawatan Pencegahan Pada Mesin Tenun Unit Satu Di PT.KSM, Yogyakarta. Jurnal Rekayasa Sistem & Industri (JRSI), 7-11.
- [7] Praesita, I., Alhilman, J., Nopendri (2016). Penilaian Kinerja Berbasis Reliability Pada Continuous Casting Machine 3 (CCM 3) PT.Krakatau Steel (Persero) Tbk Menggunakan Metode Reliability Availability Maintainability Dan Cost Of Unreliability. Jurnal Rekayasa Sistem & Industri (JRSI). 1-6.
- [8] Consultants, I. (2001). *An Introductory to Reliability Centered Spares*. United Kingdom: ISC Ltd.
- [9] Sarashvati, M. S., Alhilman, J., Nopendri (2017). Optimalisasi Kebijakan Perawatan Menggunakan Metode RCM (Reliability Centered Maintenance) Dan Perencanaan Pengelolaan Suku Cadang Menggunakan RCS (Reliability Centered Spares) Pada Continuous Casting Machine 3 Slab Steel Plant Di PT.Krakatau Steel (Persero) Tbk. Jurnal Rekayasa Sistem & Industri (JRSI).
- [10] Dhamayanti, D. S., Alhilman, J., & Athari, N. (2016). Usulan Preventive Maintenance pada Mesin Komori LS440 dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM II) dan Risk Based Maintenance (RBM) di PT ABC . *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri (JRSI)*, 31-37.
- [11] Havard, T. (2000). Determination of a Cost Optimal, Predetermined Maintenance Schedule.
- [12] Eliyus, A. R., Alhilman, J., & Sutrisno (2014). Estimasi Biaya Maintenance Dengan Metode Markov Chain Dan Penentuan Umur Mesin Serta Jumlah Maintenance Crew Yang Optimal Dengan Metode Life Cycle Cost (Studi Kasus: PT.TOA GALVA). Jurnal Rekayasa Sistem & Industri (JRSI), 48-54.
- [13] Kirana, T. K., Alhilman, J., & Sutrisno (2015). Perencanaan Kebijakan Perawatan Mesin Corazza FF100 Pada Line PT.XYZ Dengan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) II. *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri (JRSI)*.